

CALIBRACIÓN DE TERMÓMETROS DE RADIACIÓN BAJO LAS CONDICIONES DE USO EN CAMPO

Hugo Rodríguez Arteaga, Daniel Cárdenas García
Centro Nacional de Metrología
Carretera a Los Cues km 4.5, El Marqués, Qro., C. P. 76246.
(442) 2110500, ext. 3465; hrodrigu@cenam.mx

Resumen: Al calibrar un termómetro de radiación, el campo medido puede ser distinto al que se tiene durante el uso. Esto puede invalidar la aplicación de las correcciones declaradas en el informe de calibración a las indicaciones que se obtienen durante el uso del termómetro. Para prevenir esta situación y asegurar las mediciones, en este trabajo se propone que la calibración se realice bajo las mismas condiciones de uso. Se discute el método y sus implicaciones.

1. INTRODUCCIÓN

El efecto de tamaño de la fuente (ETF) es una de las magnitudes de mayor influencia en las mediciones de temperatura con termómetros de radiación. Éste se produce por efectos de difracción, dispersión y reflexiones internas en las componentes del termómetro de radiación cuando la radiación viaja del objeto que se desea medir hasta el detector. Debido a este efecto, también llega al detector la radiación producida por los alrededores de la zona de interés, y que puede incluir objetos que tienen diferentes temperaturas y emisividades.

El ETF es una magnitud de influencia cuyo efecto puede reducirse si las condiciones de calibración reproducen las condiciones de uso del termómetro de radiación. Este efecto es análogo al que se presenta en las mediciones que se hacen con termómetros de contacto a una inmersión insuficiente. En este grupo de termómetros se tienen a los de líquido en vidrio de “inmersión parcial” que se deben calibrar y usar a la inmersión indicada por una línea grabada en su tallo y además aplicar las correcciones por “columna emergente” [1], ya que hay una porción del tallo del termómetro que contiene a la columna de líquido termométrico que da la indicación, las cuales no quedan sumergidas en el fluido que se mide, sino sujetas a un gradiente de temperatura.

En muchos casos, los termómetros de radiación se utilizan para medir objetos de tamaño fijo, y cuya superficie es menor que el campo de visión del termómetro. Se propone que la calibración se haga utilizando una abertura (controlada en temperatura), colocada enfrente de una fuente radiante, con diámetro equivalente al 90% de la dimensión mínima de los objetos que se medirán.

2. ERROR COMPUESTO POR LA CORRECCIÓN POR EFT Y POR EL ERROR INTRÍNSECO DEL TERMÓMETRO

Cuando el ETF afecta las mediciones, el error introducido tiene dos componentes: uno propio del termómetro y otro debido a ese efecto. Sin un estudio de caracterización del ETF, no se puede distinguir uno del otro e incluso se puede llegar a desconocer cuál es el diámetro mínimo requerido para evitar el ETF.

Por ejemplo, si el valor indicado por el termómetro fuera 150.08 °C al usar una abertura que por su tamaño no produjera más cambios en las indicaciones y la temperatura de referencia fuera 149.94 °C, ello indicaría que el error propio del termómetro es 0.14 °C.

Por otra parte, si el termómetro se hubiera calibrado con mediciones realizadas a través de una abertura que afectara a las indicaciones del termómetro por el ETF y se hubiera obtenido el valor de 149.36 °C entonces el error compuesto (debido a la corrección por el ETF y el error propio del termómetro), habría resultado igual a -0.58 °C, con respecto a la temperatura de referencia de 149.94 °C.

El valor del error compuesto depende del diámetro de la abertura utilizada para hacer las mediciones, pero aún con valores distintos del error, los valores corregidos llevan al valor de la temperatura de referencia. Obsérvese que no es relevante conocer el valor de la corrección por ETF, ni tampoco el error intrínseco del termómetro.

2.1. Preservación de la validez del error compuesto

El compromiso para preservar la validez de los valores corregidos de un termómetro con los valores del error compuesto declarados en un informe de calibración, es el de reproducir durante el uso las condiciones que se tuvieron durante la calibración, es decir:

- Mismo diámetro de abertura,
- Misma distancia entre el termómetro y la abertura,
- Alineación correcta,
- Misma temperatura del panel que tiene a la abertura,
- Emisividad de ese panel igual a la del panel utilizado durante la calibración.

No relacionada con el ETF, pero también necesaria para la preservación de la validez, es la condición siguiente:

- Emisividad del objeto que se mide igual a la de la fuente utilizada en la calibración.

Se pueden desarrollar métodos de calibración para termómetros de radiación con ajuste de emisividad a valores menores que 1, como se describe en [3, 4].

3. RESULTADOS

El cumplimiento de las condiciones dadas en 2.1 asegura la validez de los valores del error compuesto del termómetro que se publiquen en su informe de calibración, para realizar las correcciones a las indicaciones obtenidas durante su uso. En consecuencia, se asegura que los valores corregidos serán los de las temperaturas que se pretenden medir, independientemente del diámetro de la abertura utilizada para restringir el campo observado por el termómetro, tanto en la calibración como en el uso, mientras ese campo no se le restrinja demasiado.

4. DISCUSIÓN

No se puede validar el uso de los valores del error de un termómetro de radiación declarados en un informe de calibración, si durante su uso no se tienen las condiciones del ETF que se tuvieron durante la calibración. Con la propuesta aquí presentada se puede evitar la pérdida de la validez

de esos valores, pero sólo para las condiciones del ETF tenidas durante la calibración.

La estimación de la incertidumbre de los resultados obtenidos con el método aquí presentado, se debe realizar como se hace de manera rutinaria, bajo las indicaciones dadas en [2].

5. CONCLUSIONES

Se discutió la situación bajo la cual no son válidos los valores del error de un termómetro de radiación publicados en su informe de calibración y se hizo una propuesta para preservar esa validez. Para ello, se establecieron las condiciones de referencia, pertinentes al ETF, que deben ser equivalentes durante la calibración y el uso.

El método es útil para mediciones de objetos que tengan un tamaño cuya dimensión mínima sea mayor que el diámetro de la abertura utilizada en la calibración y durante el uso.

Con la aplicación del método aquí presentado se puede prescindir de llevar a cabo el estudio para caracterizar el ETF, pero sería obligado hacerlo si el termómetro en cuestión se tuviera que usar para medir objetos de tamaños distintos.

REFERENCIAS

- [1] Grupo de Trabajo 2, CCT, "Techniques for approximating the International Temperature Scale of 1990", BIPM, Cap. 15, pág. 127, reimpresión de 1997.
- [2] Grupo de Trabajo 5 en Termometría de Radiación, "Uncertainty Budgets for Calibration of Radiation Thermometers Below the Silver Point", Cap. 2, pág. 3, versión 1.71 (final), abril 2008.
- [3] H. Rodríguez y D. Cárdenas, "Gray-Body Radiation Using a Blackbody Source and an Optical Chopper", International Journal of Thermophysics, Volumen 36, publicación 8, págs. 1757-1785, agosto 2015.
- [4] H. Rodríguez, D. Cárdenas y D. Cywiak, "Wavelength Independent Method for the Calibration of Radiation Thermometers with Fixed Emissivity of Less than One", NCSLI Measure, Volumen 9, No. 2, págs. 56-58, junio 2014.